



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 24 476 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
F 02 B 37/16

②① Aktenzeichen: 198 24 476.2
②② Anmeldetag: 30. 5. 98
④③ Offenlegungstag: 2. 12. 99

DE 198 24 476 A 1

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Wunderlich, Klaus, Dipl.-Ing., 71334 Waiblingen, DE;
Pepe, Rosario, Dipl.-Ing., 70329 Stuttgart, DE;
Stefani, Alexander, 74372 Sersheim, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
US 47 74 812
JP 03-2 33 135

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Otto-Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader und Verfahren zum Betrieb einer solchen Brennkraftmaschine

⑤⑦ Bei einer Otto-Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader wird im unteren Teillastbetrieb ein den Verdichter umgehender Verdichterbypass der Einlaßleitung geöffnet. Der Verdichter wird dabei von der abgasgetriebenen Turbine des Laders lastfrei mitgenommen und in Umlauf gehalten. Bei Erhöhung der Betriebslast kann der bereits mit hoher Drehzahl umlaufende Verdichter den gewünschten Ladedruck mit kurzer Ansprechzeit erzeugen.

Um bei gutem Ansprechverhalten des Abgasturboladers auf Lasterhöhungen und optimalen Wirkungsgraden der Brennkraftmaschine einen zuverlässigen Betrieb des Abgasturboladers mit hoher Lebensdauer zu ermöglichen, ist vorgesehen, die Laderdrehzahl zu überwachen und bei Erreichen einer vorgegebenen Grenzdrehzahl einen die Turbine umgehenden Bypass (Waste-Gate) der Abgasleitung zu öffnen und somit einem lastfreien Hochlaufen des Turboladers entgegenzuwirken.

DE 198 24 476 A 1

Die Erfindung betrifft eine aufgeladene Otto-Brennkraftmaschine der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Gattung sowie ein Verfahren zum Betrieb einer Otto-Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 6.

Die Leistungsabgabe einer Otto-Brennkraftmaschine ist proportional dem Luftdurchsatz, welcher proportional der Luftdichte ist, so daß die Leistung bekanntlich bei gleichem Hubvolumen und Drehzahl durch Vorverdichtung der Luft vor Eintritt in den bzw. die Zylinder, d. h. durch Aufladung, erhöht werden kann. Die Aufladung kann durch einen Abgasturbolader erfolgen, welcher im wesentlichen aus zwei drehfest miteinander verbundenen Strömungsmaschinen besteht. Eine Turbine ist in einer Abgasleitung der Brennkraftmaschine angeordnet und wird vom Abgasstrom getrieben. Die Turbine treibt über die drehfeste Verbindung einer Laderwelle den Verdichter an, welcher in der Einlaßleitung zur Brennkraftmaschine einen Ladedruck erzeugt.

Im Betrieb der Otto-Brennkraftmaschine wird der erforderliche Ansaugluft-Massenstrom für den jeweils vorliegenden Betriebspunkt durch vorgesehene Drosselorgane eingestellt. Bei einer Aufladung der Otto-Brennkraftmaschine im unteren Teillastbereich ergibt sich jedoch der Nachteil, daß der Verdichter gegen den Strömungswiderstand des Drosselorgans arbeiten muß. Dabei wird die Drehbewegung der Turbine behindert, so daß der Abgasstrom vor der Turbine aufgestaut wird. Die Kolben der Brennkraftmaschine müssen also während des Auslaßtaktes beim Gaswechselvorgang die Abgase gegen den durch Aufstauung erhöhten Abgasgegendruck ausschieben, so daß der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine herabgesetzt wird. Es ist bekannt, zur Verringerung des Abgasgegendruckes einen die Turbine umgebenden Bypass (Waste-Gate) der Abgasleitung freizugeben. Bei offenem Waste-Gate strömt das Abgas unter Umgehung der Turbine durch die Abgasleitung, wodurch die Laderdrehzahl aufgrund des auf den Verdichter rückwirkenden Ladedruckes rasch verringert wird. Bei einer Lasterhöhung muß der erforderliche Ladedruck erzeugt werden, wofür der Turbolader wieder beschleunigt werden muß. Die Ansprechzeit des Turboladers bis zur Beschleunigung auf die erforderlichen Drehzahlen mit der entsprechenden Verdichterleistung ist jedoch sehr lang, so daß die Otto-Brennkraftmaschine auf eine plötzliche Lastanforderung träge reagiert.

Zur Verbesserung des Ansprechverhaltens des Abgasturboladers schlägt die US 4,774,822 eine Anordnung vor, bei der die Einlaßleitung einen den Verdichter umgehenden Verdichterbypass aufweist, welcher im unteren Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine freigegeben werden soll. Sowohl in dem Verdichterbypass als auch in dem Leitungszweig der Einlaßleitung, in dem der Verdichter selbst angeordnet ist, ist bei der bekannten Anordnung jeweils eine Drosselklappe angeordnet, welche jeweils zum Empfang von Stellbefehlen über eine Steuerleitung mit einer Steuereinheit verbunden sind. Durch aufeinander abgestimmte Einstellung der beiden Drosselklappen werden die Teilströme der durch die beiden parallelen Leitungszweige strömenden Ansaugluft bestimmt.

Hinter der Einmündung der Verdichterbypassleitung ist eine dritte Drosselklappe angeordnet, welche dem Massenstrom der letztlich in die Brennkraftmaschine eintretenden Verbrennungsluft bestimmt. Gemeinsam bilden die beiden Drosselklappen in den parallelen Leitungszweigen Verdichterbypass/Verdichterleitungszweig das Stellglied einer Ladedruckregelung, deren Führungsgröße durch einen Ladedrucksensor ermittelt wird und der Steuereinheit eingegeben

wird. Der Ladedrucksensor ist in der Einlaßleitung hinter der dritten, den Massenstrom beeinflussenden Drosselklappe angeordnet. Durch Variation des durch den Verdichter geleiteten Ansaugluft-Teilstroms ist der Ladedruck variierbar. Im unteren Teillastbereich der bekannten Otto-Brennkraftmaschine soll der Durchfluß durch den Verdichterbypass erhöht werden, während im Vollastbetrieb die Drosselklappe im Verdichterbypass geschlossen wird, so daß der gesamte Ansaugluftstrom durch den Verdichter, also mit hohem Ladedruck, bereitgestellt wird. Die Turbine wird auf diese Weise auch im unteren Teillastbereich vom Abgasstrom getrieben und nimmt den Verdichter mit, welcher aufgrund des geringen Luftdurchsatzes im Leerlauf arbeitet. Bei geringem Ladedruck wird somit der Abgasturbolader im Leerlauf mit jedoch höherer Drehzahl betrieben. Bei einer plötzlichen Lastaufschaltung ist dadurch nur eine geringfügige Beschleunigung auf die erforderliche Drehzahl notwendig, so daß die Ansprechzeit des Turboladers verkürzt ist.

Die Drehzahl des Turboladers wird im Leerlauf von dem Abgasmassenstrom bestimmt. Mit hohem baulichen und regelungstechnischen Aufwand zur Koordination der Einstellungen der beiden Drosselklappen kann die gewünschte hohe Laderdrehzahl im unteren Teillastbereich der Brennkraftmaschine nur sehr aufwendig aufrechterhalten werden. Darüber hinaus treten im Betrieb der bekannten Otto-Brennkraftmaschine immer wieder sehr rasch Verschleißerscheinungen des Laderlaufzeuges auf, was auf das häufige Vorliegen überhöhter Laderdrehzahlen während des Leerlaufes in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine zurückzuführen ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Brennkraftmaschine der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Gattung zu schaffen, die einen zuverlässigen Betrieb des Abgasturboladers mit hoher Lebensdauer bei gutem Ansprechverhalten auf Lasterhöhungen und optimalen Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine ermöglicht, sowie ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Brennkraftmaschine anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Otto-Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch ein Verfahren zum Betrieb einer Otto-Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, im unteren Teillastbereich den Verdichterbypass freizugeben, wobei eine Steuereinheit das Absperrorgan des Verdichterbypasses in Abhängigkeit des Lastzustandes der Brennkraftmaschine einstellt und bei Feststellung einer höheren Lastanforderung dem Absperrorgan einen Stellbefehl zum Schließen des Verdichterbypasses zuleitet. Nachdem der Verdichter im Leerlaufbetrieb durch den Bypass überbrückt und von der mit Abgas beaufschlagten Turbine in Rotation gehalten wurde, kann nun mit der bereits vorhandenen Drehzahl augenblicklich Ladedruck in der Einlaßleitung erzeugt werden. Im Umluftbetrieb bei Teillast wird der Verdichter somit ohne Druckaufbau betrieben, und die Brennkraftmaschine saugt die benötigte Frischluft durch den Verdichterbypass an. Dem Abgasturbolader ist eine Einrichtung zur Drehzahlmessung zugeordnet, deren Meßsignalleitung mit der Eingangsseite der Steuereinheit verbunden ist. Die Steuereinheit überwacht im Umluftbetrieb die Drehzahl des Laderlaufzeuges, welche ja im Leerlaufbetrieb im wesentlichen von dem Abgasmassenstrom bestimmt wird, der auf die Turbine wirkt. Der Steuereinheit ist eine maximale Laderdrehzahl als Kennwert vorgegeben, bei dessen Erreichen ein die Turbine umgebender Bypass (Waste-Gate) der Abgasleitung freigegeben wird. Läuft im Umluftbetrieb bei geöffnetem Verdichterbypass

die Laderdrehzahl aufgrund höheren Luftdurchsatzes der Brennkraftmaschine und somit höherem Abgasdruck hoch, so wird bei Erreichen der Grenzdrehzahl das Waste-Gate-Ventil geöffnet, und das Abgas umgeht die Turbine. Einer weiteren Beschleunigung des Laders wird somit entgegen gewirkt. Verschleißerscheinungen des Laderlaufzeuges sind somit reduziert und der bisher mögliche mechanische Bruch einzelner Bauteile des Abgasturboladers infolge deutlich überhöhter Laderdrehzahlen ausgeschlossen.

Das Absperrorgan der Einlaßleitung ist vorteilhaft ein Ventil, welches zwischen einer den Verdichter beaufschlagenden Stellung und einer den Einlaßbypass im Umluftbetrieb freigebenden Stellung umschaltbar ist. Durch das zwischen zwei Stellungen umschaltbare Umluftventil ist sichergestellt, daß im Leerlaufbetrieb die gesamte Ansaugluftmasse durch den Verdichterbypass zur Brennkraftmaschine strömt. Der den Verdichter aufweisende Leitungszweig der Einlaßleitung wird im Umlaufbetrieb abgesperrt, so daß der Verdichter ohne Widerstand umlaufen kann und dadurch der Wirkungsgrad des Abgasturboladers und der Wirkungsgrad der Otto-Brennkraftmaschine erhöht wird. Die Umschaltung des Umluftventils erfolgt in Abhängigkeit der Betriebslast der Brennkraftmaschine, welche die Steuereinheit aus mindestens einem Betriebsparameter der Brennkraftmaschine ermittelt. Als solche Betriebsparameter können die Motordrehzahl, das Motordrehmoment, der Zündzeitpunkt oder die Einstellung eines auf den Frischluftstrom wirkenden Drosselorgans herangezogen werden.

Ist das Waste-Gate-Ventil bezüglich des Durchgangsquerschnittes einstellbar, so kann durch entsprechende Einstellung des Abgasmassenstroms durch das Waste-Gate auf die Laderdrehzahl Einfluß genommen werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, im Aufladebetrieb mit geschlossenem Verdichterbypass bei höheren Betriebslasten der Brennkraftmaschine den Ladedruck hinter dem Verdichter durch Einstellung des Durchsatzes des Waste-Gates zu regeln. Die Steuereinheit umfaßt einen Regler für den Ladedruck der Brennkraftmaschine, wobei das Waste-Gate-Ventil das Stellglied der Ladedruckregelung bildet. Die Einregelung eines betriebspunktspezifisch vorgegebenen Ladedruckes erfolgt durch regelnde Stellmaßnahmen am Durchtrittsquerschnitt des Waste-Gate-Ventils und dem damit verbundenen Abblasen eines bestimmten Abgasteilstroms durch das Waste-Gate.

Im dynamischen Betrieb bei einem Lastsprung unter Zunahme der Betriebslast der Brennkraftmaschine werden das Waste-Gate-Ventil und das Umluftventil in die Schließstellung gebracht, so daß der notwendige Ladedruck zur Verfügung gestellt werden kann. Die Steuereinheit schließt bei einem lasterhöhungsbedingten Wechsel vom Umluftbetrieb zum Aufladebetrieb zunächst das Umluftventil und aktiviert unmittelbar anschließend die Ladedruckregelung, bei der das Waste-Gate-Ventil angesteuert wird. Die Aktivierung der Ladedruckregelung erfolgt in Abhängigkeit von der Laderdrehzahl.

Die Erfindung eignet sich auch zur Verbesserung des Betriebsverhaltens von solchen Otto-Brennkraftmaschinen, bei denen der Ansaugluftstrom anstelle einer Drosselklappe von einem bezüglich Öffnungszeit und/oder Durchgangsquerschnitt variabel betreibbaren Ventiltrieb der Gaswechselventile eingestellt wird. Bei variablen Ventilsteuerungen, welche beispielsweise nach dem Prinzip des Feder-Masse-Schwingers arbeiten, kann somit auch ausgehend von höheren Drehzahlen der Brennkraftmaschine die Last bis in den niedrigen Teillastbereich reduziert werden, da ein sofortiger Abfall des Ladedrucks durch Öffnung des Umluftventils erfolgt. Entsprechend dem Zeitquerschnitt der Einlaßventile, welcher durch Öffnungsdauer und/oder Ventilhub bestimmt

ist, kann für eine Lastregelung in der Teillast ein gleichmäßiges Druckniveau ohne Ladedruck dargestellt werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Zeichnungsfigur zeigt eine Otto-Brennkraftmaschine 1 mit einem Abgasturbolader 2, dessen Verdichter 4 in einer Einlaßleitung 8 der Brennkraftmaschine angeordnet ist und mittels einer Laderwelle 7 drehfest mit einer Turbine 3 verbunden ist. Die Turbine 3 ist in einer Abgasleitung 9 der Brennkraftmaschine angeordnet und wird somit im Betrieb der Brennkraftmaschine mit dem Abgasstrom beaufschlagt. Der auf die Turbine 3 wirkende Abgasdruck wird über die starre Verbindung der Laderwelle 7 auf den Verdichter 4 übertragen, welcher, durch die Turbine 3 in Drehung versetzt, Frischluft in der Einlaßleitung 8 verdichtet und die Brennkraftmaschine 1 auflädt. Die Einlaßleitung 8 weist einen den Verdichter 4 umgehenden Verdichterbypass 6 auf, welcher von einem Umluftventil 16 freigebbar ist. Das Umluftventil 16 ist zwischen zwei Stellungen umschaltbar und bestimmt, ob der Ansaugluftstrom 17 im Umluftbetrieb der Brennkraftmaschine im unteren Teillastbereich durch den Bypass 6 oder im Aufladebetrieb durch den Verdichter 4 strömen soll. Die Abgasleitung 9 der Brennkraftmaschine weist einen Waste-Gate-Bypass 5 auf, durch den der Abgasstrom unter Umgehung der Turbine 3 zum Auslaß geleitet werden kann. Wird ein Waste-Gate-Ventil 15, welches den Waste-Gate-Bypass 5 beherrscht, geöffnet, so verringert sich der Abgasdruck auf die Turbine 3 und somit der Antrieb des Turboladers.

Das Umluftventil 16 und das Waste-Gate-Ventil 15 werden von einer elektronischen Steuereinheit 10 angesteuert. Der Steuereinheit 10 werden ein oder mehrere Betriebsparameter der Brennkraftmaschine eingegeben, um daraus die Betriebslast der Brennkraftmaschine 1 zu bestimmen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel werden im Betrieb der Brennkraftmaschine die Motordrehzahl n , das Motordrehmoment M_d , der Zündzeitpunkt ZZP sowie die Einstellung eines auf den Frischluftstrom 17 wirkenden Drosselorgans festgestellt und der Steuereinheit 10 eingegeben. Wird als Drosselorgan eine Drosselklappe in der Einlaßleitung 8 der Brennkraftmaschine verwendet, so wird als Kennwert α_D dieses Betriebsparameters der Steuereinheit 10 der augenblickliche Drosselklappenwinkel eingegeben. Bei Otto-Brennkraftmaschinen, deren Ansaugluftmassenstrom durch einen bezüglich Öffnungszeit und/oder Durchgangsquerschnitt variabel einstellbaren Ventiltrieb der Gaswechselventile eingestellt wird, wird als Kennwert α_D der Steuereinheit 10 die augenblickliche Position der Ventilsteuerkannten der variablen Ventilsteuerung eingegeben. Die Steuereinheit 10 hat Zugriff auf ein Motorkennfeld, in dem Kennwerte der Betriebsparameter und die zugehörige Betriebslast abgespeichert sind. Das Motorkennfeld umfaßt weitere Daten über die betriebspunktabhängigen Steuerzeiten der Gaswechselventile.

Stellt die Steuereinheit 10 anhand der eingegebenen Betriebsparameter das Vorliegen niederer Lastanforderungen fest, so erzeugt sie öffnende Stellbefehle für das Umluftventil 16, welche diesem durch eine Steuerleitung 12 zugeleitet werden. Im Umluftbetrieb wird das Umluftventil 16 über die Steuerleitung 22 in die den Bypass 6 freigebende Stellung gebracht. Das Waste-Gate 5 wird im Umluftbetrieb weitgehend geschlossen gehalten, so daß die Turbine 3 vom Abgasstrom angetrieben wird. Der Verdichter 4 läuft belastungsfrei mit, ohne Ladedruck in der Einlaßleitung 8 zu erzeugen. Ändert sich die Betriebslast der Verbrennungskraftmaschine innerhalb der Teillast, so bleibt das Umluftventil weiterhin in Umluftstellung. Dadurch wird sichergestellt, daß kein Ladedruck aufgebaut wird, das heißt, es herrschen

atmosphärische Saugbedingungen. Da die im Motorkennfeld applizierten Steuerzeiten der Gaswechselventile eines Teillastbetriebspunktes einer exakt angesaugten Luftmenge unter atmosphärischen Bedingungen entspricht, darf die Luftdichte nicht schwanken. Wird jedoch aus der Teillast die Betriebslast des Motors schlagartig auf Vollast erhöht, so wird das Umluftventil 16 umgeschaltet, um den Ladedruckaufbau durch den Verdichter zu ermöglichen. Der Verdichter 4 befindet sich zum Umschaltzeitpunkt bereits in Umlauf, so daß der Abgasturbolader 2 bei Lasterhöhung unmittelbar anspricht und augenblicklich der notwendige Ladedruck zur Verfügung gestellt wird. Neben der Umschaltung des Umluftventils und der damit verbundenen Absperrung des Verdichterbypasses wird auch das eventuell leicht geöffnete Waste-Gate 5 geschlossen, um den Ladedruckaufbau zu fördern.

Dem Abgasturbolader 2 ist eine Einrichtung zur Drehzahlmessung 11 zugeordnet. Eine Meßsignalleitung 14 des Drehzahlmessers 11 des Laderlaufzeuges ist mit der Eingangsseite der Steuereinheit 10 verbunden. Im Umluftbetrieb mit geöffnetem Verdichterbypass 6 überwacht die Steuereinheit 10 die Laderdrehzahl n_{ATL} , wobei eine maximale Laderdrehzahl als Kennwert zur Öffnung des Waste-Gate-Ventils 25 vorgegeben ist. Bei Erreichen der Grenzdrehzahl veranlaßt die Steuereinheit 10 ein Öffnen des Waste-Gates 5 und leitet dem Waste-Gate-Ventil 15 durch eine Stellsignalleitung 13 die entsprechenden Steuerbefehle zu. Durch das geöffnete Waste-Gate 5 umgeht das Abgas die Turbine 3, so daß ohne weiteren Antrieb die Drehzahl des lastfrei umlaufenden Turboladers sich nicht mehr weiter erhöhen kann. Die Grenzdrehzahl, welche der Steuereinheit 10 zur Öffnung des Waste-Gates 5 vorgegeben wird, kann im voraus bestimmt werden und unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften des jeweils verwendeten Abgasturboladers 2, beispielsweise der Drehzahlempfehlungen des Herstellers oder der spezifischen Durchströmungsverhalten der Turbine 3 und des Verdichters 4, optimiert werden.

Die Steuereinheit steuert über die Stellsignalleitung einen hier nicht dargestellten Stellantrieb des Waste-Gate-Ventils 15 an, welcher den Durchgangsquerschnitt des Waste-Gate-Ventils 15, d. h. des Bypasses 5, präzise einstellt. Im Aufladungsbetrieb der Brennkraftmaschine mit geschlossenem Verdichterbypass 6 erfolgt eine Regelung des Ladedruckes, wobei das Waste-Gate-Ventil 15 das Stellglied der Ladedruckregelung bildet. Die Steuereinheit 10 umfaßt einen Regler, dem der Istwert des Ladedruckes P_L eingegeben wird.

Der Ladedruck P_L wird mit einem entsprechenden Drucksensor in der Einlaßleitung 8 gemessen. Im Umluftbetrieb bei geringerer Betriebslast der Brennkraftmaschine wird die Ladedruckregelung ausgeschaltet und das Waste-Gate-Ventil 15 in einen den Durchströmungsquerschnitt des Waste-Gates 5 verringernden Stellung bzw. in der völligen Schließstellung gehalten. Soweit die Steuereinheit 10 anhand der eingegebenen Betriebsparameter n , M_d , α_D , ZZP das Erreichen eines Lastpunktes feststellt, für den Aufladungsbetrieb vorgesehen ist, so wird zunächst der Verdichterbypass 6 geschlossen und anschließend sofort die Ladedruckregelung, d. h. die variable Einstellbarkeit des Waste-Gate-Ventils 15 zum Abblasen des Abgases über den Waste-Gate-Bypass 5 aktiviert. Die Wiedereinschaltung der Ladedruckregelung erfolgt in Abhängigkeit von der Laderdrehzahl n_{ATL} .

Bei drosselfreien Laststeuerungen, beispielsweise durch den Einsatz eines variablen Ventiltriebs mit variablen Ventilöffnungsquerschnitten, werden in der Teillast konstante Druckverhältnisse ohne Ladedruckaufbau erreicht, um reproduzierbare Zylinderfüllungen darstellen zu können.

1. Otto-Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader (2), dessen Verdichter (4) in einer Einlaßleitung (8) der Brennkraftmaschine (1) angeordnet ist und drehfest mit einer Turbine (3) verbunden ist, welche in einer Abgasleitung (9) der Brennkraftmaschine (1) angeordnet ist, und mit einem den Verdichter (4) umgehenden Verdichterbypass (6) der Einlaßleitung (8), welcher von einem Absperrorgan (16) freigebbar ist, welches zum Empfang von Stellbefehlen in Abhängigkeit des Lastzustandes der Brennkraftmaschine (1) über eine Steuerleitung (12) mit einer Steuereinheit (10) verbunden ist, sowie mit einem die Turbine (3) umgehenden Bypass (Waste-Gate 5) der Abgasleitung (9), in dem ein Waste-Gate-Ventil (15) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Abgasturbolader (2) eine Einrichtung zur Drehzahlmessung (11) zugeordnet ist, deren Meßsignalleitung (14) mit der Eingangsseite der Steuereinheit (10) verbunden ist, wobei der Steuereinheit (10) eine maximale Laderdrehzahl als Kennwert zur Öffnung des Waste-Gate-Ventils (15) bei offenem Verdichterbypass (6) vorgegeben ist.
2. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Absperrorgan der Einlaßleitung ein zwischen einer den Verdichter (4) beaufschlagenden Stellung und einer den Einlaßbypass (6) im Umlaufbetrieb freigebenden Stellung umschaltbares Umluftventil (16) ist.
3. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Waste-Gate-Ventil (15) bezüglich des Durchgangsquerschnitts einstellbar ist, wobei ein Stellantrieb des Waste-Gate-Ventils von der Steuereinheit (10) über eine Stellsignalleitung (13) ansteuerbar ist.
4. Otto-Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (10) einen Regler für den Ladedruck (P_L) der Brennkraftmaschine (1) umfaßt, wobei das Waste-Gate-Ventil (15) das Stellglied der Ladedruckregelung bildet.
5. Otto-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch einen bezüglich Öffnungszeit und/oder Durchgangsquerschnitt variabel einstellbaren Ventiltrieb der Gaswechselventile.
6. Verfahren zum Betrieb einer Otto-Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader, dessen Verdichter (4) in einer Einlaßleitung (8) der Brennkraftmaschine (1) angetrieben wird von einer Turbine (3), welche vom Abgasstrom der Brennkraftmaschine (1) beaufschlagt wird, wobei in einem Lastbereich der Brennkraftmaschine (1) zwischen Leerlauf und Teillast ein Verdichterbypass (6) der Einlaßleitung (8) durch Öffnung eines Absperrorgans (16) freigegeben wird und der Frischluftstrom (17) unter Umgehung des Verdichters (6) durch die Einlaßleitung (8) strömt, dadurch gekennzeichnet, daß im Umluftbetrieb bei geöffnetem Verdichterbypass (6) die Laderdrehzahl (n_{ATL}) überwacht wird und bei Erreichen einer vorgegebenen Grenzdrehzahl ein die Turbine (3) umgehender Bypass (Waste-Gate 5) geöffnet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Umluftbetrieb der den Verdichter (4) aufweisende Leitungszweig der Einlaßleitung (8) abgesperrt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinheit (10) ein in der Einlaßleitung (8) angeordnetes Umluftventil (16) zwischen einer den Verdichter (4) beaufschlagenden Stellung

und einer Umluftstellung mit freigegebenem Verdichterbypass (6) umschaltet in Abhängigkeit der Betriebslast der Brennkraftmaschine (2).

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebslast aus mindestens einem Betriebsparameter der Brennkraftmaschine (1) ermittelt wird, insbesondere der Motordrehzahl (n), dem Motordrehmoment (Md), dem Zündzeitpunkt (ZZP) oder der Einstellung eines auf den Frischluftstrom wirkenden Drosselorgans.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Aufladungsbetrieb mit geschlossenem Verdichterbypass (6) der Ladedruck (P_L) durch Einstellung des Durchsatzes des Waste-Gates (5) mit einem in der Waste-Gate-Leitung angeordneten Waste-Gate-Ventil (15) als Stellglied geregelt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (10) bei einem lasterhöhungsbedingten Wechsel vom Umluftbetrieb zum Aufladungsbetrieb zunächst das Umluftventil (16) umschaltet und den Verdichterbypass (6) schließt und anschließend die Ladedruckregelung und die Ansteuerung des Waste-Gate-Ventils (15) in Abhängigkeit von der Laderdrehzahl (n_{ATL}) aktiviert.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im dynamischen Betrieb bei einem Lastsprung unter Zunahme der Betriebslast der Brennkraftmaschine der Verdichterbypass (6) und das Waste-Gate (5) geschlossen werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

